

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 6 年 2 月 2 9 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 8 年特許願第 0 4 3 8 6 2 号

出 願 人

Applicant (s):

京セラ株式会社

RECEIVED

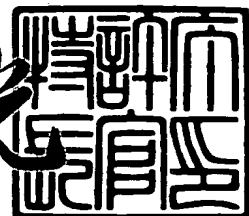
AUG 19 1998

GROUP 2100

1 9 9 7 年 2 月 2 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

荒井 寿光



出証番号 出証特平 0 9 - 3 0 0 9 5 3 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 15079

【提出日】 平成 8年 2月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/78

【発明の名称】 単結晶サファイア基板及び単結晶サファイアの分割方法
及び単結晶サファイア体

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県蒲生郡蒲生町川合 1 0 番地の 1 京セラ株式会社
滋賀工場内

【氏名】 木下 博之

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県蒲生郡蒲生町川合 1 0 番地の 1 京セラ株式会社
滋賀工場内

【氏名】 梅原 幹裕

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【郵便番号】 607

【住所又は居所】 京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地の 2 2

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 伊藤 謙介

【電話番号】 075-592-3851

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特平 8-043862

【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 単結晶サファイア基板及び単結晶サファイアの分割方法及び単結晶サファイア体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 周囲の一部にR面と平行または垂直な基準面を有する単結晶サファイア基板。

【請求項2】 単結晶サファイアをR面に沿って劈開する工程からなる単結晶サファイアの分割方法。

【請求項3】 単結晶サファイアの表面にR面に沿った方向のクラックを発生させ、このクラックを成長させるように応力を加えていくことを特徴とする請求項2記載の単結晶サファイアの分割方法。

【請求項4】 少なくとも一部にR面に沿って劈開した滑らかな面を有する単結晶サファイア体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体等の薄膜成長用、電子部品用、構造部品用等の単結晶サファイア基板、及びこの単結晶サファイアの加工方法、及びこの加工方法により得られる単結晶サファイア体に関する。

【0002】

【従来の技術】

単結晶サファイアは、 Al_2O_3 の単結晶体であり、透明、高硬度で、極めて滑らかな面が得られることから、さまざまな用途に利用されている。

【0003】

この単結晶サファイアは、溶融 Al_2O_3 中に浸漬した種子結晶を成長させながら引き上げることによって製造するため、複雑な形状に製造することができず、引き上げ後に所定形状となるように加工することが行われている。

【0004】

具体的な単結晶サファイアの加工方法としては、ダイヤモンド砥石やダイヤモ

ンド砥粒等を用いた機械加工、エッチング現象を利用した腐食加工、またはダイヤモンドペンを使ってマイクロクラックを発生させ、これを成長させて破断する破断加工が行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記のような加工方法では、短時間でしかも滑らかな表面を得られるような加工を行うことができなかった。

【0006】

まず、最も一般的なダイヤモンド砥粒を使った機械加工では、加工時間が長く、加工コストが高くなるという問題点があった。

【0007】

次にエッチングによる腐食加工では、サファイア表面を平滑な面にすることができるが、1mmの加工に10時間程度と加工時間が長いだけでなく、サブミクロン単位の平滑面を得る事はできなかった。

【0008】

また、ダイヤモンドペンを使った破断加工方法では、加工時間は短く、特別な加工機械・設備を使わないが、加工する位置の精度が悪く、また平滑面を得る事は困難であった。

【0009】

特に、単結晶サファイア基板上に半導体薄膜を成長させ、パターンを形成した後にチップ状に分割しようとした場合、精度良く分割することができず、歩留を低下させているといった問題があった。また、上記半導体薄膜を成長させてレーザーダイオード等とする場合は、分割面にサブミクロンの精密さを必要とするが、上記の加工方法では、この精度を得ることはできなかった。

【0010】

そこで、特開平7-297495号公報に示すように、単結晶サファイア基板をそのC軸<0001>と平行に劈開して分割することが提案されているが、この方法でも高精度に滑らかな面を得られるような分割はできなかった。

【0011】

本発明では、以上の問題点を同時に解決し、短時間で、精度良く、滑らかな表面を得られる単結晶サファイアの分割方法、及びそれに適した単結晶サファイア基板を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、単結晶サファイア基板にR面と平行または垂直な基準面を備えたことを特徴とする。

【0013】

即ち、基準面をR面と平行または垂直にしておけば、この基準面と平行又は垂直な方向にR面が存在することになり、後述するように単結晶サファイアはR面に沿って劈開すると高精度に分割できることから、容易に効率良く加工できる基板とすることができる。なお、上記基準面がR面と平行または垂直とは、基準面がR面と完全に平行または垂直な方位から $\pm 10^\circ$ 以内、好ましくは $\pm 2^\circ$ 以内の範囲内にあることを言う。

【0014】

また、本発明は、単結晶サファイアをR面に沿って劈開する工程から分割することを特徴とする。

【0015】

即ち、単結晶サファイアには結晶方位によりA面、C面、R面の3つの代表的な面が存在するが、このうち特にR面（1-102）が他の結晶面に比べて破断しやすく、このR面に沿って劈開すると、容易に高精度の分割が可能で、滑らかな分割面が得られることを見出した。

【0016】

また、上記R面に沿った劈開を行う場合は、ダイヤモンドペン等にて、単結晶サファイアの表面にR面に沿った方向クラックを発生させ、外部応力にてクラックを成長させながら分割することによって、極めて平滑で鋭利な分割面を得ることができる。

【0017】

さらに、本発明は、上記の方法によって、少なくとも一部にR面に沿って劈開した滑らかな面を有する単結晶サファイア体を得ることを特徴とする。

【0018】

この単結晶サファイア体を半導体・電子部品用素子、あるいは刃物等の構造用部品に利用する事により、高性能の製品を得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態を説明する。

【0020】

まず最初に、サファイアの結晶構造について説明する。図1に示すように単結晶サファイアは六方晶系であり、その中心軸をなすC軸とこれに垂直なC面（001）、C軸から三方へ放射状に伸びるA軸（ a_1 軸、 a_2 軸、 a_3 軸）とそれぞれに垂直なA面（11-20）、C軸に対して一定角度を有するR面（1-102）とこれに垂直なR軸が存在する。なお、これらの面や軸の方向については、X線回折により分析することができる。

【0021】

次に、図2（A）に示すように、本発明の単結晶サファイア基板10は、引上軸がM軸 $\langle 1-100 \rangle$ となるようにEFG法によって育成を行った後、研削研磨加工したものであり、直径50mm、厚さ0.425mmの円板状で周囲の一部に基準面12を成すオリエンテーションフラットを形成したものである。この単結晶サファイア基板10の主面11はA面（11-20）とし、基準面12はR軸と平行、即ちR面（1-102）と垂直な方向としてある。そのため、C軸はこの基準面12と57.617°の角度を成す方向となる。

【0022】

この単結晶サファイア基板10を分割する場合は、ダイヤモンドペンを用いて、C軸と32.383°の角度をなす方向、即ち基準面12と垂直な方向にクラック線13を引き、微少なクラックを発生させる。ここで、基準面12はR軸方向であることから、これと垂直なクラック線13の方位は、R面（1-102）

に沿った方向となる。なお、クラック線13の方向とR面との方位精度は $\pm 10^\circ$ 以下、望ましくは $\pm 5^\circ$ 以内が良い。

【0023】

次にクラック線13を引いた単結晶サファイア基板10に、図2(B)に示すようにクラック線13を広げる方向に曲げ応力を加えていくと、厚み方向にクラック線13が成長し、単結晶サファイア基板10はR面に沿って劈開して分割されることになる。このようにしてR面に沿って劈開することにより、容易に分割できるとともに、分割面は原子レベルで整列した状態となることから、容易にサブミクロン単位の直線性・平滑性を持った分割面を得ることができる。実際にR面に沿って劈開した分割面の表面粗さ(Ra)を測定したところ、分割時の条件によっては10Å以下程度の極めて滑らかな面を得ることができた。

【0024】

また、図3(A)に示すように、ダイヤモンドペンにより形成するクラック線13は、単結晶サファイア基板10の端部(端から5~20mmの領域)にのみ行うこともできる。このようにすれば、ダイヤモンドペンにより単結晶サファイア基板10の損傷する部分を少しでも小さくし、分割後のチップの歩留りを上げることができる。

【0025】

この場合も、図3(B)に示すようにクラック線13を形成した単結晶サファイア基板10に、厚み方向及び進行方向にクラック線13が成長するように曲げ応力を加えれば、単結晶サファイア基板10をR面に沿って劈開し、分割することができ、サブミクロン単位の直線性・平滑性を持った分割面を得ることができる。

【0026】

次に、図4に示す単結晶サファイア基板10は、角型であり、主面11をA面とし、一つの基準面12aはR面と平行に、他方の基準面12bはR面と垂直に形成してある。したがって、基準面12aと平行な方向にクラック線を形成し、このクラック線を成長させるように曲げ応力を加えれば、R面に沿って劈開し、分割することができる。このように、R面と平行又は垂直な基準面12a、12

bを有する角型の単結晶サファイア基板10は、その面積を効率的に利用することができる。

【0027】

また、図5に示す単結晶サファイア基板10は、角型であり、主面11をC面とし、基準面12をR面に垂直としてある。したがって、この基準面12と垂直な方向にクラック線13を形成し、応力を加えればR面に沿って劈開し、分割することができる。なお、この場合、図に示すように劈開されるR面が主面11と 57.617° の角度を成すため、厚み方向には斜めに分割されることになる。そのため、分割面にはシャープエッジが形成されることとなり、刃物やテープクリーナ等として利用することができる。

【0028】

以上のように、単結晶サファイア基板10に、R面と垂直又は平行な基準面12を形成しておくことによって、容易にR面の方向を確認することができる。そして、この基準面12から垂直又は平行な方向にクラック線13を形成し、破断すればR面に沿って劈開できることから、単結晶サファイア基板10を複数に分割する際に効率的な分割を行うことができる。

【0029】

なお、本発明において、基準面12をR面と垂直又は平行にすることは、R面(1-102)に対して基準面12が完全に垂直又は平行な位置から $\pm 10^\circ$ 以内、好ましくは $\pm 2^\circ$ 以内の範囲内にあることを言う。

【0030】

また、以上の例において、クラック線13を形成する主面11は、A面やC面とする必要はなくどのような面方位としても良いが、表面粗さ(Ra) $0.1\mu\text{m}$ 以下の鏡面とすることが好ましい。この理由は、主面11が研削加工後のような粗い面であると、マイクロクラックが無数に存在しているため、形成したクラック線13の成長の妨げとなるからである。

【0031】

さらに、クラックを伝承させていく方法は、レーザ光照射等による熱応力を誘導していくことによってでも良い。

【0032】

以上のように単結晶サファイア基板10をR面に沿って劈開し分割することによって、得られたサファイア体はその一部に滑らかなR面を有していることとなり、これはさまざまな分野で利用することができる。

【0033】

例えば、単結晶サファイア基板10上に薄膜を形成した後、分割することによって、多数個取りの手法により効率的に製造できる。

【0034】

具体的には、単結晶サファイア基板10上にSiを成膜してSOS (SILICON ON SAPPHIRE) デバイスとしたり、SiCやGaN等の半導体薄膜を形成してLEDやLD等の発光デバイスとしたり、ZnOやAlN等の圧電薄膜を形成してSAWフィルターとしたり、TiSrO₃等の超伝導薄膜を形成したり、HgCdTe等の薄膜を形成することができる。また、HIC (HYBRID IC) 用の基板にも応用できる。

【0035】

上記のような成膜あるいは素子パターンを形成した後、チップ状の半導体・電子部品に分割する際に、R面の劈開を利用した本発明の分割方法を使用することにより、単結晶サファイア基板10の分割を、すばやく、高精度に行う事ができる。また分割面は高精度で滑らかな面となることから高性能の半導体・電子部品等を得ることができる。さらに、予め単結晶サファイア基板10の基準面12をR面に垂直又は平行な方向としておくことにより、効率良い切断加工を行うことができる。

【0036】

また、R面により劈開した分割面は滑らかな面となることから、構造用部品等としても利用することができ、分割面のエッジを利用して、刃物やテープクリーナ等とすることもできる。

【0037】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、単結晶サファイア基板にR面と平行または垂直

な基準面を備えたことによって、分割するR面の方向を容易に識別できるとともに、単結晶サファイア基板の面積を最大限に利用した効率的な分割を行うことができる。

【0038】

また、本発明によれば、単結晶サファイアをR面に沿って劈開する工程から単結晶サファイアを分割することによって、簡単な工程で、高精度に分割することができ、しかも滑らかな分割面を得ることができる。

【0039】

さらに、本発明によれば、単結晶サファイア体の少なくとも一部にR面に沿って劈開した滑らかな面を備えたことによって、半導体・電子部品等、あるいは刃物等の構造部品等として高性能の製品を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

単結晶サファイアの結晶方位を示す図である。

【図2】

本発明の単結晶サファイア基板を示しており、(A)は平面図、(B)は側面図である。

【図3】

本発明の単結晶サファイア基板を示しており、(A)は平面図、(B)は側面図である。

【図4】

本発明の単結晶サファイア基板を示しており、(A)は平面図、(B)は側面図である。

【図5】

本発明の単結晶サファイア基板を示す斜視図である。

【符号の説明】

10：単結晶サファイア基板

11：主面

12：基準面

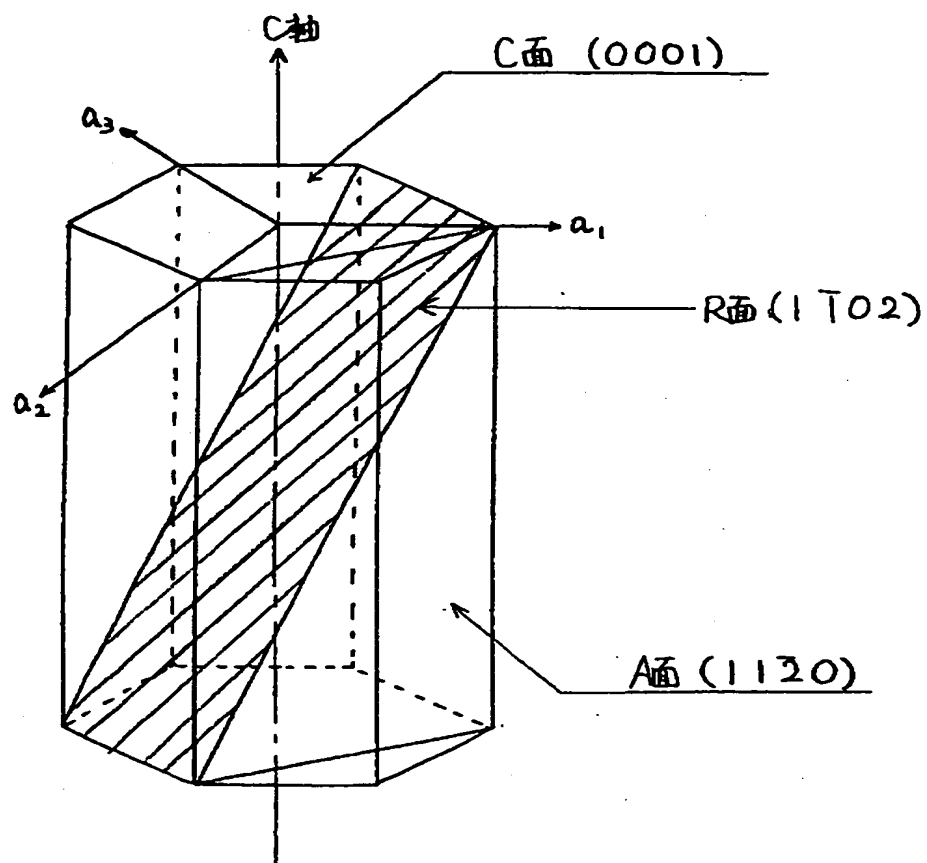
特平 8-043862

13 : クラック線

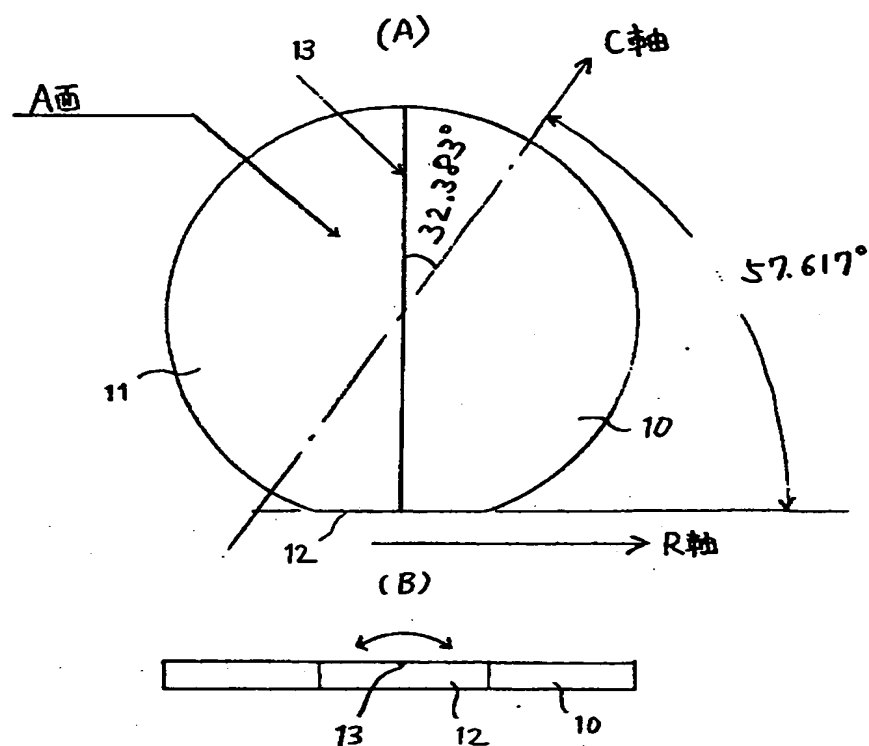
【書類名】

図面

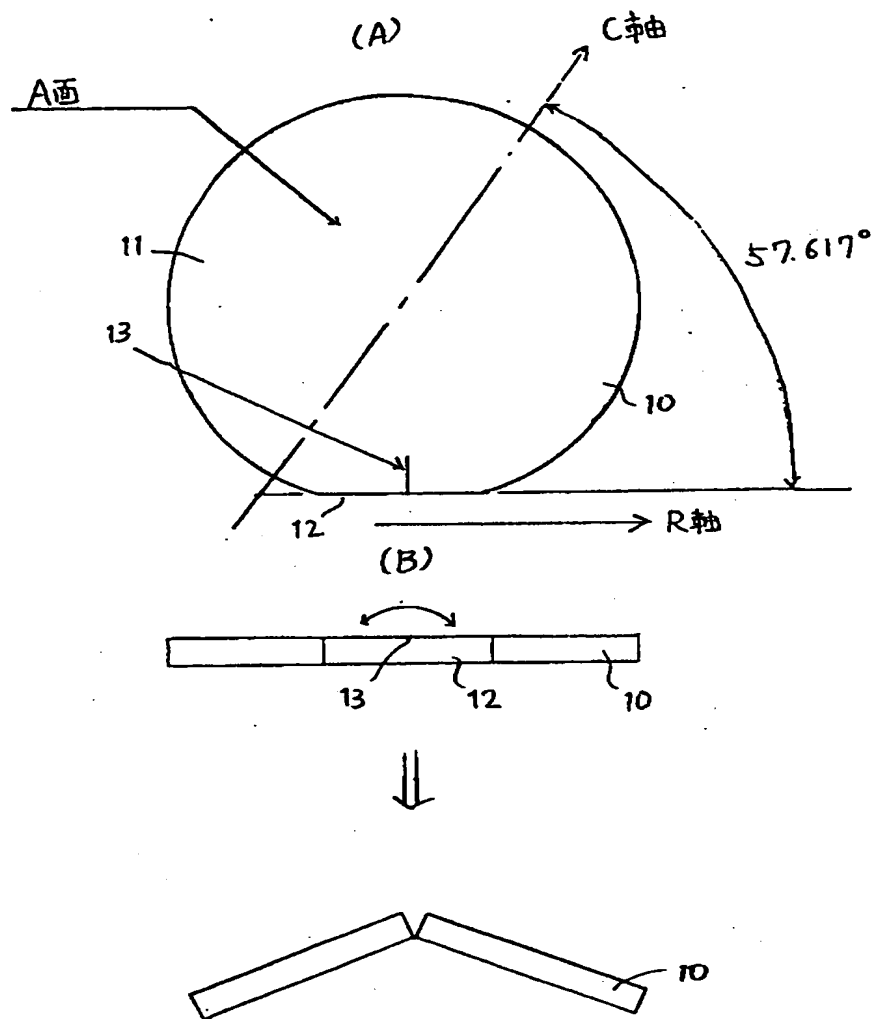
【図1】



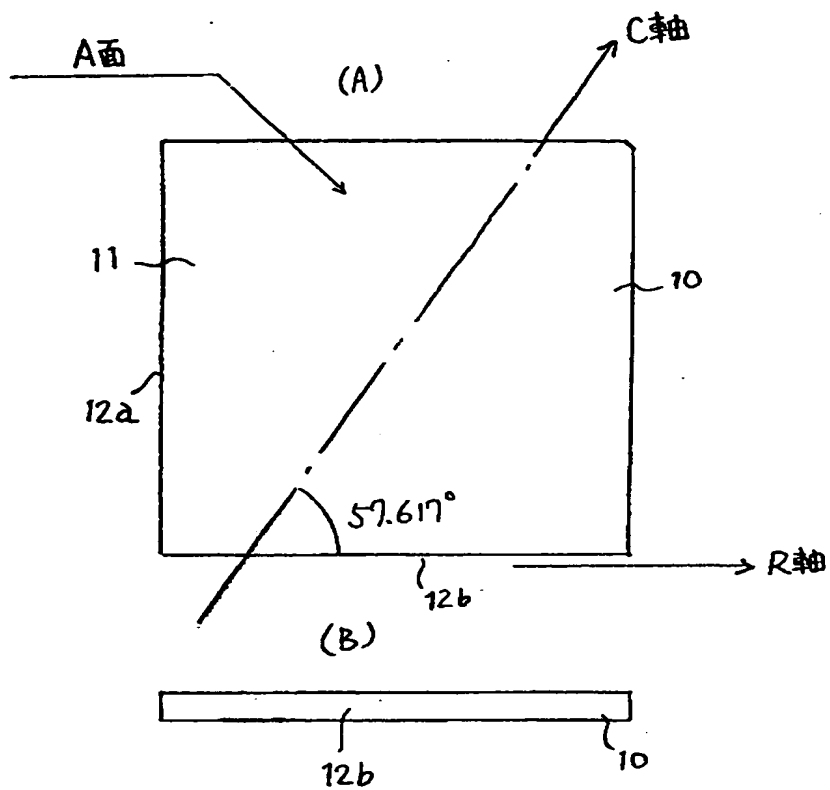
【図2】



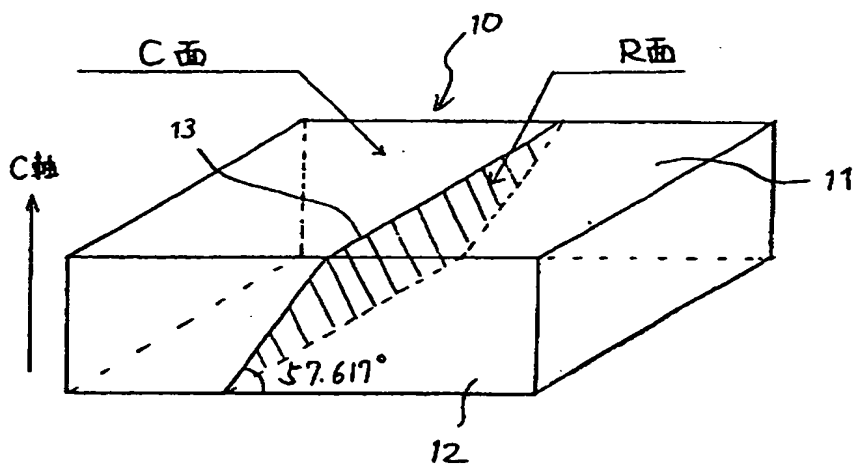
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】単結晶サファイア基板10を簡単な工程で、高精度に分割し、滑らかな分割面を得る。

【解決手段】単結晶サファイア基板10をR面に沿って劈開し、分割する。

【選択図】 図1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

申請人

【識別番号】

000006633

【住所又は居所】

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

【氏名又は名称】

京セラ株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006633]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

氏 名 京セラ株式会社